陰天日蝕時甘藷之吸水作用與外界因子之關係

吳　振　能

一、緒　　言

日蝕與生物關係之觀察法，概可分爲二種；一爲質的觀察，即探求生物在日蝕時有無呈某種反應，若有，其方向如何？第二是量的觀察，即於日蝕時，觀察生物所示反應之程度並其消長如何？以資究明其反應與外界之因果關係。

然而，日蝕與生物之關係，自 Newport 氏於1836年5月15日環蝕時，對于蜜蜂及小金龜之一種 Geotrupes stercorarius L. 之飛翔，作質的觀察開始（1），其後1936年6月19日之環蝕時，在日本北海道中部，森、井上、佐藤等三氏曾以同樣目的而作質的觀察（2.3.4），同時行量的觀察者爲森、桑山、加藤、吉井（在日本、仙臺）等四氏（2.6.7.5.）。然森、桑山二氏之觀察對象爲稻負泥蟲（Lema oryzae Kuwayama）與蠅（Musciolae）之活動性，加藤氏爲莓花象蟲（Anthonomus bisignifer schenkling）之產卵能力，吉井氏爲虎杖（蓼科）之光合作用及水耕之柳之蒸散作用對于外界因子之關係。又1941年9月21日臺北環蝕時，玉井氏對于甘蔗與外界之水分關係曾作有興趣之觀察（8）。

過去所行上述各種觀察，多爲晴天時之環蝕，所受日蝕之影響極爲顯著。然此次之觀察適逢曇天，而非完全日蝕（雲量約100％，蝕度爲86％），條件與前不同，其影響如何？如作一比較之觀察，則頗饒興趣而甚有意義也。筆者基於此觀點，乃於1948年5月9日，在臺中之陰天日蝕時，對于甘藷之吸水作用與外界因子之關係，作如下文所叙之觀測，並以此次結果與1941年玉井氏對于甘蔗之觀察結果互相比較。

雖然因實驗材料互異之故，受日蝕所影響之變化程度亦有差異，但得認爲相當顯著的日蝕之影響，茲不揣譾陋，報告要點，以供參考並得指教，則爲萬幸。

臺灣省立農學院玉井虎太郎教授對本觀測賜給其端緒並懇切指導，茲謹表無盡之感謝，又對文章上承省農試所繆進三先生及省立中農楊昌輝先生多賜指教，方劉綿同學擔任觀測之一部分，茲對諸位深表謝意。

日蝕經路：

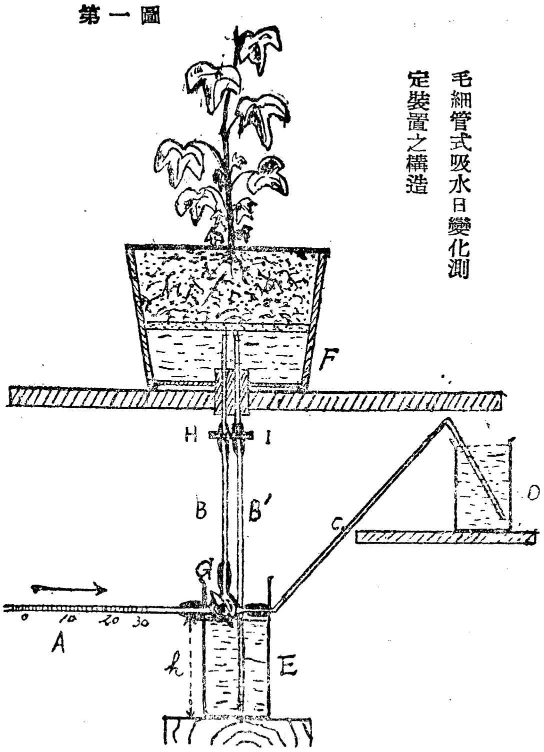
1948年5月9日之日蝕，吾國除廣東、江西、浙江、江蘇四省之一部份地帶得見環蝕外，全國各地均能見及偏蝕，環蝕之日中心線路經，自廣東遂溪縣之西南海面登陸，經過江西、浙江、江蘇之海門出黃海，橫越朝鮮南部而入日本海，經日本北海道極西北端而終於太平洋。

臺北地方能見及偏蝕，於東經120°之初蝕，爲標準時上午8點21分30秒，蝕甚爲9點40分24秒，復圓爲11點9分52秒。自初蝕至復圓歷2小時48分12秒，蝕分約達日面積86％。

（註）緯度；臺北 25°02'，臺中 24°09'。

二、材 料 及 研 究 法

第一圖



本觀測之目的，乃在究明日蝕逢陰天時之外界因子與植物之吸水關係，而於1948年5月9日之日蝕時，用甘藷觀察其吸水作用與外界諸因子間之變化關係，並且於平常日（同年5月16日）行同樣觀測，以資對照考察。

實驗材料爲甘藷，實驗裝置爲裝着毛細管式吸水日變化測定器之自動灌水裝置（9）。本裝置爲玉井教授所設計，其構造如第一圖，即A爲貼付 Section paper 之毛細管，B管C管爲連絡灌水裝置之給濕槽（F）與本測定器之給水槽（D），以三叉栓（G）聯絡A與D或A與F乃至D與F之間。

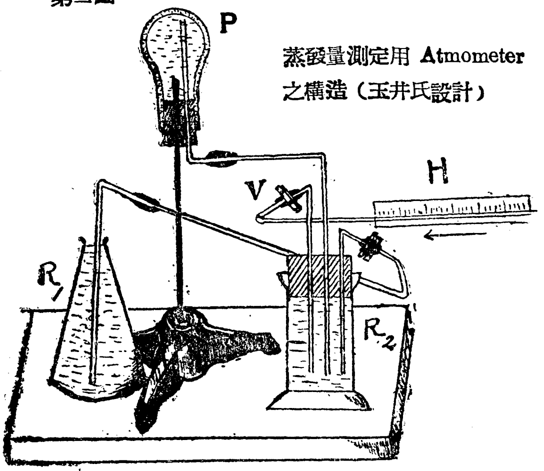
當測定時，先導水入A管，閉鎖活栓I以斷F與E（貯水槽）之連絡，其次開放活栓H，使A與F連絡。從來植物所消費水分係由貯水槽（E）供給者，斯時則由毛細管（A）中之水分補給之。於是因植物體消費水分，毛細管內之水頭則向矢頭所示方向移動，然以其移動速度換算，則可得在一定時間內之吸水量，其計算式如下：

吸水量＝毛細管1公分長之水量×移動速度

外界因子中之日照，係根據氣象局臺中測候所之觀測結果，而蒸發量、氣溫、濕度等皆用 Atmometer 及自記裝置測定之。蒸發量測定用 Atmometer 之構造如第二圖。

又實驗材料乃從來栽培於半日蔭中者，當測定時，移搬於日光照射地方而行觀測。

第二圖



P——素燒球（Porous cup）

H——毛細管（Capillary tube）

R——貯水瓶（Water reservoir）

V——活栓（Valve）

三、結 果 及 考 察

1948年5月9日日蝕時之觀測結果詳見於第一表、第三表及第三圖所示，而於平常氣象狀態，甘藷之吸水作用與外界因子之變化關係乃如第四表及第四圖。根據以上觀測結果，並於1941年玉井氏在臺北環蝕時所行關于甘蔗吸水作用之觀測，比較檢討如下：

第一表　　1948年5月9日日蝕時甘藷之吸水量與氣溫濕度之關係

時刻	一分鐘吸水量	氣溫	濕度	摘要	時刻	一分鐘吸水量	氣溫	濕度	摘度
時分	cc.	°c	%		時分	cc.	°c	%	
8.23	0.149	24.9	90	初蝕，雲量約99%	10.06	0.113	—	—	
8.24	0.149	—	—		10.07	0.121	—	—	
8.26	0.150	—	—	有點日射	10.10	0.126	—	83	
8.23	0.156	—	—	日射	10.12	0.130	—	—	
8.29	0.155	25.2	89	日射	10.13	0.132	—	—	
9.05	0.159	—	—	太陽由雲被覆	10.14	0.141	—	—	
9.13	0.146	—	—	有降細雨，蝕度約50%	10.15	0.137	26.0	82	復圓約60%
9.15	0.154	23.7	93	降雨停止	10.17	0.138	—	—	
9.26	0.108	—	—	暗度如薄暮	10.18	0.143	—	—	
9.27	0.106	—	95	有鷄之啼鳴	10.19	0.150	—	—	
9.33	0.101	24.0	—		10.20	0.146	—	81	雲覆太陽
9.35	0.094	23.9	—	雲覆太陽	10.22	0.150	—	—	
9.38	0.095	23.5	—	〃 〃	10.23	0.161	26.9	—	
9.40	0.089	23.0	95	最高蝕分時	10.24	0.166	—	—	
9.42	0.092	22.7	—	太陽形如新月	10.30	0.177	—	80	
9.44	0.085	—	—		10.33	0.171	—	—	太陽受雲覆氣溫上昇
9.45	0.084	23.8	92	太陽之右側漸復圓	10.35	0.170	—	80	
9.47	0.082	—	—	稍明	10.37	0.180	—	—	
9.48	0.087	—	—	明度增大	10.40	—	—	—	
9.50	0.084	24.9	89.8		10.44	0.183	—	—	復圓至80%
9.52	0.086	24.9	—		10.45	0.189	—	—	
9.55	0.090	—	—		10.50	0.196	—	—	明度增大
9.57	0.097	—	—		11.00	0.202	28.0	77	太陽將要復至原狀
9.58	0.098	—	—		11.05	0.208	29.3	78	
10.00	0.104	25.0	85		11.10	0.196	30.0	77	復圓至100%
10.01	0.108	25.0	—		12.07	0.231	31.7	69	
10.02	0.110	25.5	—	太陽復圓及半	12.12	0.229	—	68.5	日射強
10.05	0.113	25.5	84		12.16	0.234	32.0	68.0	恢復至晴天狀態

當日蝕時外界因子之變化，蒸發量隨蝕度之進行而顯著低下，然氣溫並無大變化，濕度乃反而上昇(於極蝕前12分鐘達最高値)，將近復圓時(11點9分42秒)，濕度、氣溫及蒸發量等皆迅速恢復至日蝕前之狀態，尤其是氣溫之復原最速，此係因近日蝕之終刻，天氣漸轉晴。若參照第二表日照量之變化則明瞭。

第二表　日蝕當日之日照量及雲量　(臺中測候所)

夏令時刻(點)	7～8	8～9	9～10	10～11	11～12	12～13	13～14	14～15	15～16	16～17
日照量(小時)	0.0	0.2	0.0	0.1	0.4	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0
雲量(%)	100	100	100	100	100	90	40	20	30	10

其次觀察各外界因子呈最小値之時刻，則大概與蝕度極盡時刻一致，而且大致與玉井氏在臺北所觀測結果(8)相同。然而氣溫所示最低時刻約遲蝕甚時刻2分鐘，玉井氏在臺北之觀察則約遲8分鐘。雖氣溫所示之遲緩時間甚短，但可認確有遲緩，關于此點，則與在日本仙臺、札幌所觀測之結果相同。(2,5,6,7)

第三表　日蝕時由 Atmometen 測定蒸發量　(1948年5月9日於臺中)

時刻	水頭5 cm.移動時間	1分鐘間水頭之移動	一分鐘之蒸發量		摘要
時 分	分 秒	cm.	cc.	mm.	
8.36	1.40	2.804	0.0210	0.0018	曇
8.46	1.45	2.885	0.0216	0.0019	曇
8.54	1.41	3.553	0.0267	0.0023	曇
9.01	1.52	3.284	0.0246	0.0022	曇
9.09	2.15	2.222	0.0166	0.0015	曇，有微風
9.14	1.55	2.608	0.0195	0.0017	曇
9.23	2.13	2.255	0.0169	0.0015	曇
9.29	2.25	1.906	0.0143	0.0013	曇
9.36	2.37	1.966	0.0147	0.0013	曇，少有日光，近於蝕甚
10.25	1.20	3.789	0.0284	0.0025	半曇
10.35	1.43	3.333	0.0250	0.0022	半曇
10.40	1.29	3.372	0.0252	0.0022	曇
10.45	1.10	4.284	0.0321	0.0028	半晴
10.50	1.36	3.125	0.0234	0.0021	曇
10.55	1.36	3.125	0.0234	0.0021	曇
11.00	1.17	3.897	0.0292	0.0026	半晴
11.05	1.29	3.372	0.0252	0.0022	半晴
11.07	1.29	3.781	0.0283	0.0025	晴，復圓
12.03	1.04	4.266	0.0320	0.0028	晴
12.08	1.39	3.146	0.0236	0.0020	晴

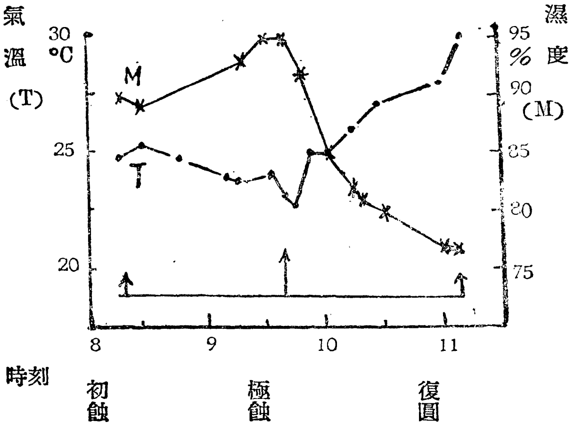
註：蒸發量 mm. 即以 cc. 換算者

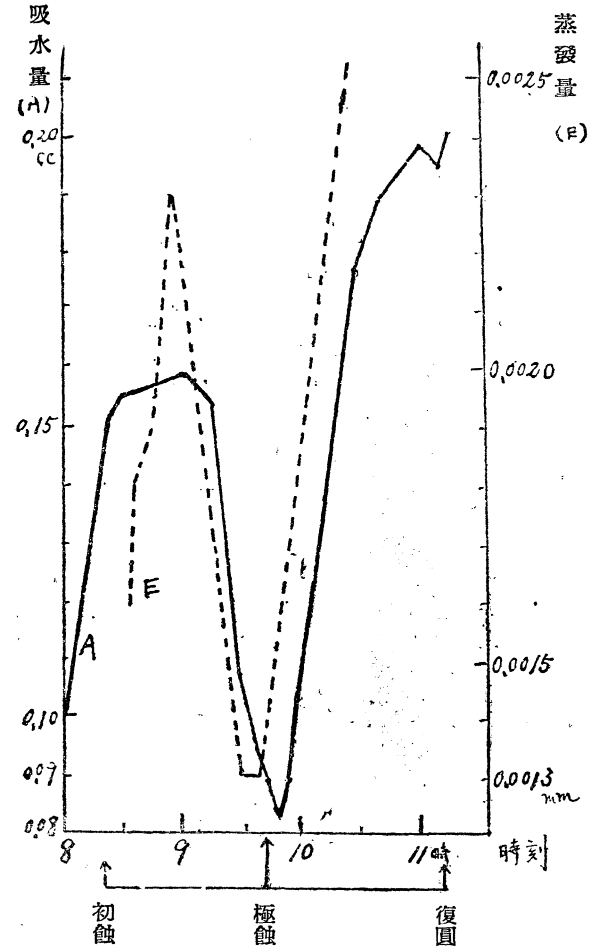
蒸發量照理當亦有遲緩，惟因 Atmometer 在將近極蝕時刻發生障碍而不能測定，實爲遺憾也。又依照在仙臺、札幌之觀測報告(4,5.)，則蒸發量所受日蝕之影響不大。但玉井氏在臺北之觀察(8)，却與日照量並行而變化。

筆者於本觀測中亦得同樣事實，卽蒸發量受日蝕之影響頗爲顯著(如第三圖)。

第三圖

1948年5月9日於臺中日蝕時甘藷吸水量與外界因子之變化關係





關于植物之生活現象，以甘藷之吸水作用觀察之，則如第三圖所示，即依蝕度之進行，吸水量隨之而減少，而隨復圓再增高，然而以最低値爲中心，而形成谷型曲線。吸水量最低値時刻與蝕度極盡時刻相較，則約遲7分鐘，而玉井氏在臺北以甘蔗觀察之結果，則約遲28分鐘，陳清義同學與筆者同時在臺中，觀測甘蔗之結果約遲15分鐘 (10)。

由上述結果可知：植物之吸水作用，雖因蝕度、氣象條件以及植物種類之差異，而對極蝕時刻、吸水最低値所示遲緩時間有差異，但如此次近似完全曇天之日蝕（參照第二表），對吸水作用之影響之傾向則皆一致。

就甘蔗而言，於曇天日蝕時，吸水量最低値對極蝕時刻之遲緩時間，與先年在臺北晴天環蝕時所示者互相比較，則約短13分鐘，其原因何在，尙待以後之研究。惟若只對其遲緩時刻之縮短而考察則如下：

植物之吸水原動力，據 Kramer 氏之意見，則盛行蒸散時之植物根，不過是爲吸水表面而已 (11)，田川氏亦認植物地上部對根部之吸水作用之重要性，而設關係式如下：

植物體之全吸水力＝地上部吸水力＋根之吸水力

然各別測定植物體之全吸水力與根之吸水力，則得14.68氣壓，1.94氣壓之數値，而算得地上部吸水力12.74氣壓，此値約爲根吸水力之6.5倍。即可視爲地上部之吸水力，支配植物體之全吸水力 (12)。然而生於地上部之吸水力之原因，乃發源於蒸散作用者固不待言。

本來氣孔對蒸散量之調節能力，氣孔開度小時比大時强 (13 14.)。陰天日氣孔之開度概小，而適應於外界因子之變化之少量開閉，顯著支配蒸散量，然在晴天，則氣孔之開度較大，假使閉鎖，其程度對蒸散調節上無任何効果，從而隨着外界因子之變化而開氣孔，也不見蒸散量顯著的增加 (8)。

由是觀之，則可推測在陰天植物之吸水反應比晴天敏捷，以致吸水最小値對蝕甚時刻之遲緩，以陰天爲短。

在同一條件之下，甘藷之吸水量最低値時刻之遲緩，比甘蔗短速8分鐘，關于此點，更要就二者研究其蒸發能與各種外界因子之相關程度，

方可證實，但根據本次觀測，則可視爲甘藷較甘蔗對于外界因子之變化爲敏感。

又氣溫之最低値時刻，對極蝕時刻之遲緩，較蒸發量及吸水量爲短，而與玉井氏在臺北之觀測 (8) 相同，惟此次觀測結果較臺北之觀測結果，更示極少之遲緩已如上述。

其次關於平常氣象狀態時之吸水作用與外界因子之關係，根據玉井氏之研究，則於平常晴天時，氣溫、蒸發等外界因子與甘蔗之吸水作用之關係極爲密切，此三者互相並行變化，而此等晝間繪成單頂曲線的變化。三者之最高値時刻，一般皆相同。關于此事實，筆者就甘藷之觀察結果，亦得同一之結論。(見第四圖)

最後論及曇天日蝕時，與平常氣象狀態時之吸水量、蒸發量及氣溫等之一日中變化狀況如何？爲明瞭彼此間之關係，預先將平常日同於日蝕時之最低値之時刻此等因子所示數値爲 100，而互相比較，則可求得其間之關係。然而依照筆者觀測之結果，則曇天日蝕時之吸水量，較平時減少 55.50 %、蒸發量亦減少 55.93 %，然氣溫之減低較少，僅爲 23.57 %而已。而此種變化狀況亦與玉井氏所得成績相同，即由蒸發量之減少，吸水量亦隨之減少，而二者之變化曲線頗相似。因此關于甘藷亦如甘蔗，可以 Atmometer 所示蒸發量，爲吸水量之指標因子。

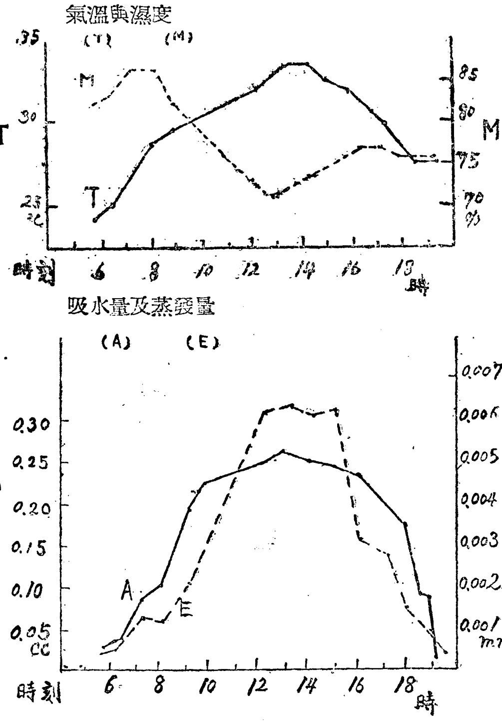
據玉井氏之意見，因日蝕所引起之日照量之變化，支配氣孔之開閉，而甚影響於蒸散作用，因此間接的左右根之吸水作用，由是觀之，吸水作用之限制因子當爲日照量無疑。然此說是適用於晴天日蝕，而如第二表所示，日蝕時間曇量約近 100 %，且爲將要降細雨之陰天狀態，依理其日照量，應當非常減少，而且對于植物之影響亦必甚小。然而當日之日蝕，影響於外界諸因子及植物之吸水作用之現象甚爲顯明，同時農場之牡鷄因此而啼鳴。由是觀之，曇天日蝕對於各氣候因子以及生物之影響，實爲不能否認者，然於此時間，其影響於生物之原因究竟爲何，則有待於將來之研究焉。

總之，關於外界因子之變化傾向及植物對日蝕之反應樣式，以從前晴天環蝕時之觀測結果與此次在臺中曇天且蝕分不同之日蝕時之觀察成績互相比較，則可認爲於質的方面無任何差異，唯其於量的方面略有不同耳。

第四表 於平常時甘藷吸水量與外界因子之日變化 (1948年5月16日)

時 刻	氣 溫	濕 度	甘藷之吸水量	時 刻	Atmometer之蒸發量
時分	°c	%	cc·/min.	時分	mm./min.
5.45	24.0	82.0	0.0275	5.45	0.0005
6,15	25.0	83.0	0.0407	6.30	0.0006
7.02	25 5	86.5	0.0836	7.10	0.0013
8.00	28.5	86.5	0.1001	8.07	0.0012
9.00	29.0	82.0	0.1837	9.05	0.0200
10.50	31.0	76.0	0.2266	—	—
12.17	32.0	72.0	0.2497	11.50	0.0061
13.15	33.5	71.0	0.2618	13.22	0.0063
14.16	33.5	72.5	0.2497	14.20	0.0061
15.06	32.5	74.5	0.2464	15.07	0.0063
16.00	32.0	77.0	0.2409	16.05	0.0031
17.10	30.0	77.0	0.1980	17.10	0.0028
17.55	29.0	76.5	0.1375	17.55	0.0016
18.36	27.5	76.5	0.088	18.40	0.0010
18.43	27.5	76.5	0.085	18.45	0.0011
19.10	27.5	76.5	0.017	19.16	0.0005

第四圖 平常日甘藷之吸水量與外界因子之關係



四、摘　　要

於1948年5月9日之曇天日蝕時，觀測甘藷之吸水作用與外界各因子之變化關係。此次日蝕時，在臺中之雲量約100％，直射光線之照射時間，僅於蝕度最高之上午9～10點之1小時間約爲6分鐘，其蝕度爲86％。以此次日蝕時之觀測與其數日後（5月16日）之平常氣象狀況（晴天）之觀測比較檢討之。

實驗植物爲甘藷，而以毛細管式吸水量日變化測定器，裝在自動灌水裝置，由在一定時間內，毛細管中水頭之移動速度，換算其吸水量。所測定外界因子爲氣溫、濕度、蒸發、日照等四項目，而日照乃根據臺中測候所之觀測結果，其他皆於臺灣省立農學院各以 Atmometer 及自記裝置測定之。其結論摘要如下：

1. 在曇天時之日蝕，關于外界因子之變化傾向與往時在日本仙臺、札幌（1936年6月19日），並在臺北（1941年4月21日）之晴天日蝕時所觀測之結果大致相同，即各因子變化之最小值之時刻，概爲蝕度進行極盡之時刻，然而日蝕對于蒸發之影響頗爲顯著，此事實與在臺北之觀測相同，而與仙臺、札幌之觀測相反。濕度於蝕甚前約12分鐘時爲最高，嗣後隨復圓而急速降低。氣溫之最低時刻約遲極蝕時刻2分鐘，蒸發量之最低時刻，因 Atmometer 於將近蝕甚時，發生障碍，故不能確實測定之。

2. 吸水作用，依蝕度之進行而隨之低下，後隨復圓再行恢復，然以其最低値爲中心，而形成谷型曲線。所示最低値時刻，約遲蝕甚時刻7分鐘。吸水量雖有差異，但於日蝕時間之增減經過，與以前諸研究之結果，呈同樣之傾向。(5.8.10.)

3. 關于甘蔗方面試驗，據與筆者同時觀測之陳清義同學之結果，與在臺北晴天環蝕時玉井氏之研究互相比較，則吸水最低値所示遲緩時間較早13分鐘。然在同一條件之下，甘藷之吸水量最低時刻，遲于蝕甚之時刻，比甘蔗提早8分鐘（可視爲甘藷對日蝕之反應，較甘蔗爲敏感）；又氣溫之最低時刻，遲于極蝕之時刻，較蒸發或吸水之遲緩時間爲短促，此點與從前諸觀測結果相同，惟本觀測結果更爲短促，而且延遲時間極短。

4. 本觀測之結果，示吸水量之減少程度，爲平常日之55.50％，蒸發量約爲55.93％，氣溫爲23.57％。蒸發量與吸水量，如以前在臺北晴天環蝕時之觀測，呈密切之並行變化之傾向，而二者之變化程度及日變化之曲線亦酷似，故以 Atmometer 所示蒸發量，可視爲甘藷吸水量之指示因子。

5. 諸外界因子之變化傾向與植物之反應狀況，往時之晴天全蝕時之觀測結果與本次陰天偏蝕時之觀測結果，在質的方面無何差異，唯在量的方面稍有差異存在。

參　考　文　獻

1. Newport. G.: On the temperature of incects and its connecxion with the functions of respiration and circulation in the class of invertebrate animals. Philos. Trans. 1837. (Cited from Uvarov. B. P. Incect and climate. Transactions of the Entomological Society of London, Vol.79, 1931.)

2. 森　主一：日蝕與動物　科學智識　16卷9號 (1936年)

3. 井上元則：於日蝕時鳥與昆蟲之行動　野鳥　3卷8號 (1936)

4. 佐藤雅夫：日蝕與昆蟲雜話　昆虫界　5卷44號 (1937)

5. 吉井義次： 日蝕對于植物之影響 生態學研究 2卷4號 (1936)
6. 桑山　覺： 於日蝕時稻負泥蟲成蟲之動作 植物及動物 5卷1號 (1937)
7. 加藤陸奥雄： 日蝕時莓花象蟲之產卵活動之消長 昆蟲 11卷1—2號 (1937)
8. 玉井虎太郎： 昭和16年9月21日在臺北日蝕時所觀測甘蔗與外界因子之水分關係 臺北帝國大學附屬農林專門部學術報告 第4號抽印本 (1943)
9. 玉井虎太郎： 平型給濕槽式自動灌水裝置與其利用場面 農業及園藝 Vol.14. No.10.
10. 玉井虎太郎、陳清義： 甘蔗之吸水與氣候 甘蔗研究 第3卷第7期抽印本 (1949)
11. Kramer, P. J : The intake of water through dead root systems and its relation to the problem of absorption by transpiring plants. Ameri. Jour. Bot. Vol.20, 1933.
12. Tagawa, L. : The relation between the absorption of water by plant root and the concentration and nature of the sorrounding solution. Jap. Jour. Bot. Vol. 7, No. 1-2, 1934.
13. Doyd, F. E. : The physiology of stoma. Carnegie Inst. Washington Publ. 82, 1908.
14. Loftpield J. V : The behavior of stoma. Ca. In. W. P. 314. 1921.

THE WATER ABSORPTION BY SWEET POTATO AS INFLUENCED BY SOME ENVIRONMENTAL FACTORS OBSERVED AT TAICHUNG TAIWAN DURING THE COURSE OF THE SOLAR ECLIPSE IN THE CLOUDY DAY

by

Chen-Neng Wu

Summary

This paper deals with the absorption of water by sweet potatos as influenced by some environmental factors observed during the course of solar eclipse on a cloudy day—May 9th, 1948. The observed results may be summarized as follows :

1. The change of environmental factors during the course of solar eclipse on a cloudy day shows the same tendency as those of a fine day as observed in the Senday Japan and Satporo (June 16, 1936) and Taipei Taiwan (Sept. 21, 1941), that is, the time of minimum change of the factors coinicided with time of climax of eclipse. However in the present case, the evaporation was apparently effected by solar eclipse, it coinicided with the example of Taipei, but it contrasts against the case of Senday and Satporo. The maximum humidity occured at 12 minutes before the climax of solar eclipse, then the humidity decreased quickly with restoration. The minimum temperature occured at about 2 minutes later than the time of climax of eclipse.

2. The water absorption of sweet potato decreased with the degree of eclipse and increased with its restoration. The tendency takes the form of a concave curve with minimum value as the bottom. The minimum value occured 7 minutes later than climax of solar eclipse. This tendency coincides with that of former researchs.

3. According to chen's observation in the same time using sugar cane as indicator plant, the time of minimum value of water absorption occured about 13 minutes later than that record-ed by Tamai on a fine day(Sept. 21, 1941).Further-more under the same condition, the time of the minimum value of water absorption of sweet potato took place 8 minutes before that of the sugar cane. The time of minimum value of temperature lagged after the climax of the solar eclipse were shorter than that in the case of evaporation or absorption. This tendancy also conicides with the records of former observers.

4. According to the observed results, the water absorption of sweet potato decreased to about 55.5 % of normal day's, the evaporation was 55.93 % and the temperature was 23.57 %. The evaporation and water absorption were positively corelated as shown by the former record observed at Taipei, Therefore, the evaporation from atmometer may be taken as the index of the water absorption of sweet potato.

5. The response of plant and the change of the observed environmental factors in course of the partial eclipse on a cloudy day differs from that of a full eclipse on a fine day only quantitatively.